

УДК 547.913

ТЕРПЕНОИДЫ И ДРУГИЕ КОМПОНЕНТЫ *ARTEMISIA SOGDIANA* И *A. SEROTINA*, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УЗБЕКИСТАНЕ

© Р.Ф. Мухаматханова*, Х.М. Бобакулов, И.Д. Шамьянов, Н.Д. Абдуллаев

Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз,
ул. Мирзо Улугбека, 77, Ташкент, 100170 (Узбекистан), e-mail: rfm8@yandex.ru

Проведено исследование вторичных метаболитов методом хромато-масс-спектрального анализа бензольных экстрактов надземных частей полыни согдийской *Artemisia sogdiana* Bunge. и полыни поздней *Artemisia serotina* Bunge., собранных в период бутонизации в отрогах Нуратинского хребта Джизакской области Узбекистана.

Основными компонентами *A. sogdiana* являются 5,5-диметил-2(5H)-фуранон – 17,99%, γ -винил- γ -валеролактон – 8,71%; монотерпеноиды: 1,8-цинеол – 28,13%, α -туйон – 3,18%, β -туйон – 2,69%, камфора – 8,65%, филифолид А – 4,05%, хризантенон – 5,23%.

Основными компонентами *A. serotina* являются 1,8-цинеол – 10,08%, филифолид А – 8,62%, хризантенон – 13,00%, (Z)-жасмон – 1,95%.

Представленные в данном сообщении *A. sogdiana* и *A. serotina* оба имеют в наличии α -пинен, 5,5-диметил-2(5H)-фуранон, γ -винил- γ -валеролактон, 1,8-цинеол, хризантенон, α -изофорон и филифолид А, которые могут стать маркерными соединениями для них.

Необходимо также отметить, что обнаруженные летучие монотерпеноиды α - и β -туйоны, камфора и 1,8-цинеол являются активными ингибиторами прорастания семян и роста проростков окружающих однолетних растений.

В результате проведенных исследований методом хромато-масс-спектрального анализа бензольных экстрактов надземных частей *A. sogdiana* и *A. serotina* впервые идентифицировано 19 и 22 соединения соответственно.

Ключевые слова: *Artemisia sogdiana* Bunge., полынь согдийская, *Artemisia serotina* Bunge., полынь поздняя, терпеноиды, вторичные метаболиты, хромато-масс-спектральный анализ.

Введение

Род *Artemisia* L. – один из крупнейших родов в семействе *Asteraceae*, представлен в Узбекистане 81 видами, которые по морфологическим признакам разделены на три подрода: *Artemisia* L, *Dracunculus* (Bess) и *Seriphidium* (Bess) Rouy.

Высокая степень устойчивости к ксеротермическим факторам и нетребовательность в отношении почв позволяет им произрастать в аридных и полупустынных зонах Узбекистана, где они являются основными эдификаторами, особенно полыни подрода *Seriphidium* (Bess) Rouy, и тем самым составляют основу кормовых ресурсов отгонного животноводства в зимний период. Полыни первыми заселяются на песках, являясь пескоукрепителями, дают возможность в дальнейшем поселиться другим растениям. Их площадь произрастания в пустынных и полупустынных зонах Республики составляет более 24 млн га. [1].

Мухаматханова Римма Фаильевна – старший научный сотрудник-исследователь лаборатории химии кумаринов и терпеноидов, e-mail: rfm8@yandex.ru

Бобакулов Хайрулла Мамадиевич – старший научный сотрудник лаборатории физических методов исследований, e-mail: khayrulla@rambler.ru

Шамьянов Ильдар Джамильевич – старший научный сотрудник лаборатории химии кумаринов и терпеноидов, e-mail: sh-v@rambler.ru

Абдуллаев Насрулла Джалилович – ведущий научный сотрудник лаборатории физических методов исследований, e-mail: n_abdullaev@rambler.ru

Artemisia sogdiana Bunge – полукустарник высотой 40 см с 10–15-сантиметровой древесной многолетней частью. Широко распространенный вид полыни в Узбекистане. Произрастает в Ферганской долине, в предгорьях Кураминского, Алайского, Туркестанского, Нуратинского, Зеравшанского, Гиссарского хребтов [2, 3].

В литературе не обнаружено сведений об исследовании летучих компонентов *Artemisia sogdiana* Bunge.

* Автор, с которым следует вести переписку.

Artemisia serotina Bunge – полукустарник высотой 40–80 см, является эндемиком Средней Азии. Это растение произрастает на различных типах почв, иногда на слабо засоленных местах в равнине, предгорьях и реже в нижнем поясе гор. Распространен по всему Узбекистану [2, 3].

Согласно литературным данным, летучие соединения данного вида полыни практически не изучены. Только показано, что эфирное масло, выделенное из *Artemisia serotina*, произрастающей в Казахстане, продуцирует пять монотерпеноидов (туйон, карвон, камфора, 1,8-цинеол, неотуйиловый спирт) [4, 5].

Популяция *Artemisia serotina*, произрастающая в Узбекистане, ранее не исследовалась.

В данном сообщении приводятся результаты исследования летучих соединений двух видов полыней: *Artemisia sogdiana* и *A. serotina*, относящихся к подроду *Seriphidium* (Bess) Rouy.

Экспериментальная часть

Для проведения исследований эти виды полыней были собраны в период бутонизации и начала цветения в Джизакской области Узбекистана в отрогах Нуратинского хребта. Видовая принадлежность *Artemisia sogdiana* и *A. serotina* определена канд. биол. наук Н.Ю. Бешко – сотрудником Института генофонда растительного и животного мира АН РУз путем сопоставления собранных гербарных образцов с гербарными материалами, хранящимися в Центральном гербарии Узбекистана (объединенные гербарии Ташкентского государственного университета и Института ботаники АН РУз).

Экстракция *Artemisia sogdiana* и *A. serotina* проведена по следующей методике: каждый вид растения (1 г) экстрагировали бензолом в соотношении 1 : 6 (вес – объем). Сгущенный экстракт анализировали методом хромато-масс-спектрального анализа.

Экстракты анализировали на газовом хроматографе Agilent 7890A GC с квадрупольным масс-спектрометром Agilent 5975C inert MSD в качестве детектора. Разделение компонентов смеси проводили на кварцевой капиллярной колонке HP-5MS (30 м × 250 μm × 0,25 μm) в температурном режиме: 50 °C (0 мин) – 4 °C/мин до 200 °C (2 мин) – 10 °C/мин до 290 °C (10 мин). Объем вносимой пробы 1 μl (гексан, бензол), скорость потока подвижной фазы (He) 1,3 мл/мин. Компоненты идентифицировали на основании сравнения характеристик масс-спектров с данными электронных библиотек W8N05ST.L и NIST08 и сравнения индексов удерживания (RI) соединений определенного по отношению времени удерживания смеси *n*-алканов (C₉–C₂₀).

Обсуждение результатов

Результаты хромато-масс-спектрального анализа приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Летучие соединения бензольного экстракта надземной части *A. sogdiana*

Название вещества	R _t , мин	Содержание, %	RI
Нонан	4,72	0,58	902
α-Пинен	5,53	1,61	934
Камфен	5,90	0,53	949
5,5-Диметил-2(5Н)-фуранон	6,03	17,99	954
β-Пинен	6,63	1,14	978
<i>n</i> -Кумол	8,01	0,99	1027
Эвкалиптол (1,8-цинеол)	8,19	28,13	1033
γ-Винил-γ-валеролактон	8,51	8,71	1043
<i>цис</i> -Арбускулон	8,86	1,91	1054
<i>транс</i> -Арбускулон	9,46	1,34	1074
α-Гуйон	10,55	3,18	1109
β-Гуйон	10,92	2,69	1120
α-Изофорон	11,06	1,05	1124
Хризантенон	11,19	5,23	1128
<i>Транс</i> -Пинокарвеол	11,64	1,50	1142
Камфора	11,81	8,65	1147
Миртеналь	13,57	0,79	1199
Филифолид А	17,66	4,05	1328
(<i>Z</i>)-Жасмон	20,25	0,81	1403
Итого		90,88	

Таблица 2. Летучие соединения бензольного экстракта надземной части *A. serotina*

Название вещества	R _t , мин	Содержание, %	RI
α-Пинен	5,53	0,26	935
5,5-Диметил-2(5Н)-фуранон	6,04	1,31	955
<i>n</i> -Кумол	8,02	2,42	1027
Эвкалиптол (1,8-цинеол)	8,19	10,08	1033
γ-Винил-γ-валеролактон	8,51	1,24	1043
α-Изофорон	11,05	1,80	1124
Хризантенон (2-пинен-7-он)	11,19	13,00	1128
4-Оксоизофорон	11,81	1,32	1147
Пинокарвон	12,43	сл	1166
4-Терпинеол	12,94	сл	1181
<i>n</i> -Цимол-8-ол	13,26	сл	1191
Вербенон	14,00	0,33	1213
Не идентифицировано	14,14	0,59	1217
Нордаванон	14,70	0,92	1234
Аскаридол	14,97	6,96	1242
Не идентифицировано	15,53	0,39	1259
3-Метил-6-(1-метилэтил)-7-оксабицикло[4.1.0]гептан-2-он	15,61	0,85	1262
Не идентифицировано	16,73	0,90	1295
3-Метил-6-(1-метилэтил)-ацетат 2-циклогексен-1-ола	17,03	1,12	1304
Изоаскаридол	17,21	0,58	1310
Филифолид А	17,67	8,62	1324
Не идентифицировано	19,10	0,43	1367
3-(5-Метил-5-винилтетрагидрофуран-2-ил)бутан-2-ол	19,59	5,50	1382
(<i>Z</i>)-Жасмон	20,25	1,95	1402
Эспатуленол (Espatulanol)	25,74	0,49	1575
Даванон	26,05	1,11	1585
Метил жасмонат	27,92	1,23	1645
Не идентифицировано	30,63	17,98	1731
Итого		81,38	

Основными компонентами *A. sogdiana* являются 5,5-диметил-2(5Н)-фуранон – 17,99%, γ-винил-γ-валеролактон – 8,71%; монотерпеноиды: 1,8-цинеол – 28,13%, α-туйон – 3,18%, β-туйон – 2,69%, камфора – 8,65%, филифолид А – 4,05%, хризантенон – 5,23%.

Все представленные в таблице 1 соединения в надземной части *A. sogdiana* идентифицированы впервые. Основными компонентами *A. serotina* являются 1,8-цинеол – 10,08%, филифолид А – 8,62%, хризантенон – 13,00%, (*Z*)-жасмон – 1,95%.

Все представленные в таблице 2 соединения *Artemisia serotina*, произрастающей в Узбекистане, (кроме 1,8-цинеола) идентифицированы впервые.

Известно, что почти все полыни содержат в своем составе 1,8-цинеол, камфору, α-пинен, хризантенон [6]. По-видимому, эти летучие соединения являются маркерами для эфирных масел полыней.

Представленные в данном сообщении *A. sogdiana* и *A. serotina* имеют в наличии α-пинен, 5,5-диметил-2(5Н)-фуранон, γ-винил-γ-валеролактон, 1,8-цинеол, хризантенон, α-изофорон и филифолид А, которые могут стать маркерными соединениями для них.

В заключение необходимо отметить, что обнаруженные летучие монотерпеноиды α- и β-туйоны, камфора и 1,8-цинеол являются активными ингибиторами прорастания семян и роста проростков окружающих однолетних растений, а также то, что продуцируемые растениями летучие органические соединения являются важным фактором для межвидового взаимодействия организмов в экосистемах [7].

Выводы

В результате проведенных исследований методом хромато-масс-спектрального анализа бензольных экстрактов надземных частей *A. sogdiana* и *A. serotina* впервые идентифицировано 19 и 22 соединения соответственно.

Список литературы

1. Шамьянов И.Д., Закиров С.Х., Абзалов А.А. Эколого-биохимические и прикладные аспекты полыней Узбекистана // Кимёнинг долзарб муаммолари : тезисы Республиканской научной конференции. Самарканд, 2009. Ч. II. С. 66.

2. Kapustina L.A., Torrell M., Vallès J. *Artemisia* Communities in Arid Zones of Uzbekistan (Central Asia) // USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-21. 2001. Pp. 104–112.
3. Определитель Средней Азии. Критический конспект флоры / под ред. А.И. Введенского, Р.В. Камелина. Ташкент, 1993. Т. 10. С. 581.
4. Горяев М.И., Сатдарова Э.И. Исследование эфирного масла *Artemisia serotina* Vge. // Труды института химических наук АН КазССР. 1959. Т. 4. С. 37–43.
5. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование / отв. ред. П.Д. Соколов. СПб., 1993. Т. 7. С. 63.
6. Атажанова Г.А. Терпеноиды эфирных масел и экстрактов полыни : автореф. дисс. ... канд. хим. наук. Караганда, 1999. 22 с.
7. Харборн Дж. Введение в экологическую биохимию. М., 1985. С. 246.

Поступило в редакцию 21 ноября 2016 г.

После переработки 22 декабря 2016 г.

*Mukhamatkhonova R.F.**, *Bobakulov Kh.M.*, *Shamyaynov I.D.*, *Abdullaev N.D.* TERPENOIDS AND OTHER COMPONENTS OF *ARTEMISIA SOGDIANA* AND *A. SEROTINA*, GROWING IN UZBEKISTAN

Acad. S.Yu. Yunusov Institute of the Chemistry of Plant Substances Uzbek Academy of Sciences, ul. Mirzo Ulugbeka, 77, Tashkent, 100170 (Uzbekistan), e-mail: rfm8@yandex.ru

It was conducted the investigation of secondary metabolites by gas chromatography-mass spectral analysis of benzene extracts of the aerial parts of *Artemisia sogdiana* Bunge. and *Artemisia serotina* Bunge., collected during budding and early flowering spurs Nurata ridge Jizzakh region of Uzbekistan.

The basic components of *A. sogdiana* are 5,5-dimethyl-2(5H)-furanone – 17,99%, γ -vinyl- γ -valerolactone – 8,71%; monoterpenoids: 1,8-cineole – 28,13%, α -thujone – 3,18%, β -thujone – 2,69%, camphor – 8,65%, filifolide A – 4,05%, chrysanthenone – 5,23%.

The basic components of *A. serotina* are 1,8-cineole – 10,08%, filifolide A – 8,62%, chrysanthenone – 13,00%, (Z)-jasmone – 1,95%.

The represented in this report *A. sogdiana* and *A. serotina* both have available α -pinene, 5,5-dimethyl-2(5H)-furanone, γ -vinyl- γ -valerolactone, 1,8-cineole, chrysanthenone, α -isophorone and filifolide A, which could be marker compounds for them.

It should also be noted that the detected volatile monoterpenoids α - and β -thujones, camphor and 1,8-cineole are active inhibitors of seed germination and growth of seedlings of annual plants surrounding.

The analysis identified 19 and 22 compounds of those *Artemisia* species for the first time, respectively.

Keywords: *Artemisia sogdiana* Bunge., *Artemisia serotina* Bunge., terpenoids, secondary metabolites, gas chromatography-mass spectral analysis.

References

1. Sham'yanov I.D., Zakirov S.Kh., Abzalov A.A. «*Kimening dolzarb muammolari*» – *tezisy Respublikanskoi nauchnoi konferentsii*. ["Kimyoning dolzarb muammolari" – theses of the Republican scientific conference]. Samarkand, 2009, vol. II, p. 66. (in Russ.).
2. Kapustina L.A., Torrell M., Vallès J. *USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-21.*, 2001, pp. 104–112.
3. *Opredelitel' Srednei Azii. Kriticheskii konspekt flory* [The determinant of Central Asia. Critical summary of flora], ed. A.I. Vvedenskiy, R.V. Kamelin. Tashkent, 1993, vol. 10, p. 581. (in Russ.).
4. Gorjaev M.I., Satdarova E.I. *Trudy instituta khimicheskikh nauk AN KazSSR*, 1959, vol. 4, pp. 37–43. (in Russ.).
5. *Rastitel'nye resursy SSSR. Tsvetkovye rasteniia, ikh khimicheskii sostav, ispol'zovanie* [Plant resources of the USSR. Flowering plants, their chemical composition, use], ed. P.D. Sokolov. St. Petersburg, 1993, vol. 7, p. 63. (in Russ.).
6. Atazhanova G.A. *Terpenoidy efirnykh masel i ekstraktov polyni. Avtoref. diss. ... kand. khim. nauk.* [Terpenoids of essential oils and wormwood extracts. Author's abstract. Diss. ... cand. Chem. Sciences]. Karaganda, 1999, 22 p. (in Russ.).
7. Dzh. Kharborn. *Vvedenie v ekologicheskuiu biokhimiuu* [Introduction to environmental biochemistry]. Moskva, 1985, p. 246. (in Russ.).

Received November 21, 2016

Revised December 22, 2016

* Corresponding author.